

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-338231

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

G01S 13/34  
G01S 13/04  
G08B 13/18

(21)Application number : 11-151863

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 31.05.1999

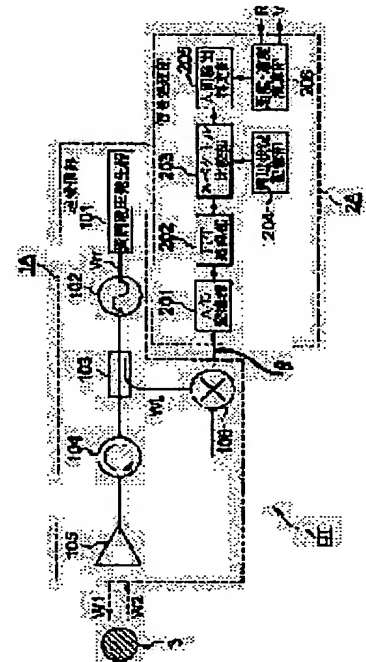
(72)Inventor : MORI HIDETAKA  
FUKAE TADAMASA  
TAMIYA NORIHIRO  
INOMATA KENJI

## (54) INTRUDER DETECTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable an intruder detecting device to detect an intruder into a room without receiving any influence from the walls and furnitures existing in the room by comparing the state information on the installed location of a transmission-reception antenna and its vicinity when an intruder to be detected exists in the room with the premeasured state information on the location and its vicinity.

**SOLUTION:** An intruder detecting device is provided with a transmission-reception antenna 105 which is installed to a closed intruder watching area, transmits a radio wave, and receives the reflected radio wave of the transmitted radio wave; an A/D converter 201 which digitizes the received radio wave; and an FFT processing section 202 which computes a frequency spectrum by performing FFT on the digitized radio wave. The detecting device is also provided with a peripheral state storing section 204 which computes and stores in advance the peripheral state frequency spectrum of the received radio wave in accordance with the peripheral state of the antenna 105 and intruder detecting means 203 and 205 which detect an intruder into the intruder watching area based on the comparison with a computed frequency spectrum with the above-mentioned peripheral state frequency spectrum.

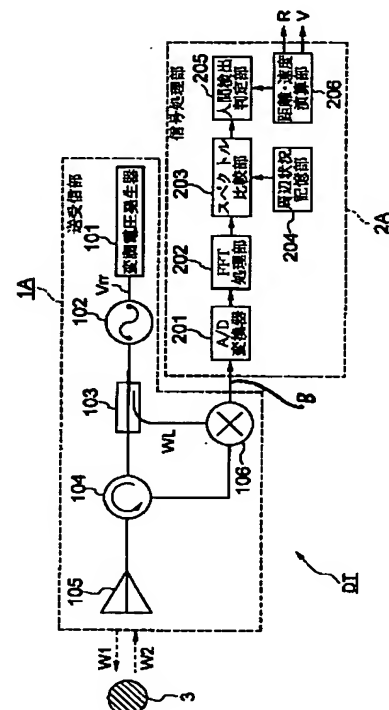


## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 閉塞された侵入監視区域に設置されて電波を送信すると共に反射された電波を受信する送受信手段と、受信された電波をデジタル変換するA/D変換器と、このデジタル変換された電波をFFT処理して周波数スペクトルを演算するFFT処理手段と、前記送受信手段の周辺状況に合わせて受信電波の周辺状況周波数スペクトルを予め演算して記憶する周辺状況周波数スペクトル記憶手段と、前記演算された周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較に基づき前記侵入監視区域への侵入者を検出する侵入検出手段とを備えたことを特徴とする侵入者検知装置。

【請求項2】 前記周辺状況周波数スペクトル記憶手段は、一定時間以上、周波数スペクトルに変動が認められないときに記憶内容を初期化し、前記監視区域の壁による背景反射波の周波数スペクトルを記憶することを特徴とする請求項1に記載の侵入者検知装置。

【請求項3】 前記送受信手段より電波を開放空間に向けて送信した場合に受信される前記送受信手段の回路内部漏れ込みによる漏れ込み波の周波数および振幅情報を予め求め、この周波数および振幅情報を、上記A/D変換器より出力されるA/D変換後の受信電波の周波数および振幅より除去する除去手段を備え、前記侵入検出手段は前記漏れ込み波除去後の受信電波の周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較より前記侵入監視区域への侵入者を検出することを特徴とする請求項1または2に記載の侵入者検知装置。

【請求項4】 前記送受信手段に設けた複数の送受信アンテナと、これら送受信アンテナを順次切り替えるアンテナ切替え手段と、各アンテナで受信された電波の周波数スペクトルに基づいて移動体の方位方向の位置を演算する方位演算手段とを備えたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の侵入者検知装置。

【請求項5】 前記方位演算手段で演算した移動体の方位方向を時系列に記憶する方位方向記憶手段を備えたことを特徴とする請求項4に記載の侵入者検知装置。

【請求項6】 前記アンテナ切替え手段で切り替えたアンテナのビーム照射方向を調整し、移動体を3つのアンテナによるビームの中心に捕捉するビーム照射方向調整手段と、前記ビーム照射方向の移動に伴って移動体の方位方向を検出して追尾する移動体追尾手段とを備えたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の侵入者検知装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、侵入監視区域のある一点に設置したレーダセンサからFM-CW波（周波数変調一持続波）を電波にて侵入監視方向に向けて送信した際に、反射物体から反射される電波（反射波）と、送信した電波（送信波）との差であるビート信号に

基づき、レーダセンサに対する反射物体の距離および移動方向、反射物体の速度を計測して侵入者を検知する侵入者検知装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より部屋への入退出、及び部屋への侵入者を検知する装置は様々に提案されている。このような装置で赤外線検知器を侵入検出センサとして用いたものとしては、無人となった室内で赤外線送受光器を用いて赤外線を所定の距離を開けて送受光時に、侵入者により赤外線の受光が遮られた時に侵入者を検出するものがある。

【0003】また、侵入監視区域に配置したカメラを侵入検出センサとして用いたものとしては、カメラによる撮像画像を処理してモニタ上に映像化して侵入者の検出を行うものがある。

【0004】更に、レーダを侵入検出センサとして用いたものとしては、例えば特開昭59-24396号公報に開示された侵入者検出装置がある。この装置はマイクロ波等の電波を使用して侵入者を検出するものである。送信手段より電波を室内に送信し、室内より反射してきた反射波と予め記憶手段に記憶した反射波の基本波形とを比較し、反射波のレベルの減衰により双方の波形間に差異が認められた場合に、侵入者が室内に潜んでいると判断する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の侵入検出装置で赤外線を使用した侵入検出センサは、外乱光の影響を受け易く、また、火災の際に発生する煙やスプリンクラーの作動による水滴等の影響により人間の検知が不可能になるという問題点がある。カメラの撮像画像の処理による侵入検出センサは、撮像領域の明るさ、背景色および検出対象の人間が着ている服の色との関係で侵入者を検知することが困難になるという問題点がある。

【0006】また、検出対象までの距離を計測することが不可能である前記赤外線および画像処理を使用した侵入検出センサの欠点を補うために、電波を使用した侵入検出装置は、人間の有無だけを検知する技術であり、検出対象の位置、移動方位（侵入検出センサから見て左右方位）、移動方向（侵入検出センサから見て前後方向）を検知することができず、広範囲な侵入監視領域においては即座に侵入者の位置を把握することができないという問題点があった。

【0007】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、予め計測されたセンサ設置周辺の状況情報と検出対象が存在する場合のセンサ設置周辺の状況情報を比較することで、室内の壁や什器の影響を受けずに侵入者を検知することができると共に、センサに対する侵入者の距離、移動方位および移動方向を測定することができる侵入者検知装置を得ることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る侵入者検知装置は、閉塞された侵入監視区域に設置されて電波を送信すると共に反射された電波を受信する送受信手段と、受信された電波をデジタル変換するA/D変換器と、このデジタル変換された電波をFFT処理して周波数スペクトルを演算するFFT処理手段と、この演算された周波数スペクトルを記憶する周波数スペクトル記憶手段と、前記送受信手段の周辺状況に合わせて受信電波の周辺状況周波数スペクトルを予め演算して記憶する周辺状況周波数スペクトル記憶手段と、前記演算された周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較に基づき前記侵入監視区域への侵入者を検出する侵入検出手段とを備えたことを特徴とする侵入者検知装置。

【0009】請求項2に係る侵入者検知装置は、前記周辺状況周波数スペクトル記憶手段は、一定時間以上、周波数スペクトルに変動が認められないときに記憶内容を初期化し、前記監視区域の壁による背景反射波の周波数スペクトルを記憶するものである。

【0010】請求項3に係る侵入者検知装置は、前記送受信手段より電波を開放空間に向けて送信した場合に受信される前記送受信手段の回路内部漏れ込みによる漏れ込み波の周波数および振幅情報を予め求め、この周波数および振幅情報を、上記A/D変換器より出力されるA/D変換後の受信電波の周波数および振幅より除去する除去手段を備え、前記侵入検出手段は前記漏れ込み波除去後の受信電波の周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較より前記侵入監視区域への侵入者を検出するものである。

【0011】請求項4に係る侵入者検知装置は、前記送受信手段に設けた複数の送受信アンテナと、これら送受信アンテナを順次切り替えるアンテナ切替え手段と、各アンテナで受信された電波の周波数スペクトルに基づいて移動体の方位方向の位置を演算する方位演算手段とを備えたものである。

【0012】請求項5に係る侵入者検知装置は、前記方位演算手段で演算した移動体の方位方向を時系列に記憶する方位方向記憶手段を備えたものである。

【0013】請求項6に係る侵入者検知装置は、前記アンテナ切替え手段で切り替えたアンテナのビーム照射方向を調整し、移動体を3つのアンテナによるビームの中心に捕捉するビーム照射方向調整手段と、前記ビーム照射方向の移動に伴って移動体の方位方向を検出して追尾する移動体追尾手段とを備えたものである。

## 【0014】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を添付図について説明する。図1は本実施の形態1における侵入者検知装置の構成を示すブロック図である。図1において、1Aは部屋内に設置された侵入者検知用の電波をアンテナにて送信および受信する送

受信部、2は送受信部1Aで受信した電波を処理し、送受信部1の設置個所からの侵入者までの距離、送受信部1の設置個所に対する侵入者の移動方位と移動方向とを演算する信号処理部、3は部屋内に存在する電波の反射物体（人間、壁、机等）である。

【0015】送受信部1Aは、変調電圧 $V_m$ を発生する変調電圧発生器101、変調電圧 $V_m$ を電圧制御してFM-CW波を生成する電圧制御発振器（Voltage Control Oscillator: 以下、VCOと記載する。）102と、VCO102より発生したFM-CW波を送信するための方向性結合器103と、サーキュレータ104を介してFM-CW波を送信波W1として反射物体3に向けて送信し、また、反射物体3からの反射波W2を受信する送受信アンテナ105とを備えている。方向性結合器103は、送信波W1に相当するローカル信号WLを送受信部1A内の受信部を構成するミキサ106に出力する。

【0016】また、送受信部1A内の受信部は、反射物体3からの反射波を受信波W2として受信し、サーキュレータ104を介してミキサ106に入力させる。ミキサ106は受信波W2およびローカル信号WLを混合してビート信号Bを出力する。

【0017】信号処理部2Aは、ビート信号Bをデジタルデータに変換するA/D変換器201、変換されたデジタルデータを高速フーリエ変換する高速フーリエ変換処理部（以下、FFT処理部と記載する。）202、後述する図3に示すように、本侵入者検知装置DTを侵入監視動作前に部屋5内に設置したときに予め計測した電波送受信範囲（本侵入者検知装置の周辺）505内の状況を反映した反射波の周波数スペクトルの周波数および振幅情報を、周辺状況スペクトル情報として記憶する周辺状況記憶部204、実際の侵入監視時にFFT処理部202より出力される周波数スペクトルの実周波数スペクトル情報と周辺状況スペクトル情報とを比較するスペクトル比較部203、スペクトル比較部203の比較結果より反射物体3を検出し、反射物体3が人間が否かを判定する人間検出判定部205、検出した人間と本装置との距離Rおよび検出した人間が移動する速度Vを算出する距離・速度演算部206とを備えている。

【0018】図2は送信波W1と受信波W2の周波数の時間的な変化を表わす図である。図2において、401は周波数軸、402は時間軸、403は送信波W1の周波数と時間との関係、404は受信波W2の周波数と時間との関係を示す。また、図2において、 $\tau$ は送信波W1に対する受信波W2の遅れ時間、 $\Delta f$ は送信波W1の送信周波数帯域幅、405は送信波W1および受信波W2の周波数が時間と共に上昇する信号の区間（以下、UP区間と記載する。）、406は送信波W1および受信波W2の周波数が時間と共に下降する信号の区間（以下、DOWN区間と記載する。）である。

【0019】送信波W1および受信波W2には、UP区間とDOWN区間のそれぞれにおいてアップチャープおよびダウンチャープと称される周波数変動が発生する。

【0020】そして、図2において、 $f_{bup}$ はUP区間におけるアップチャープのビート信号周波数であり、反射物体3までの距離Rに起因する周波数を $f_r$ 、反射物体3の速度Vに起因する周波数を $f_v$ とすれば、 $f_{bup}$ は両周波数の差( $f_r - f_v$ )で表わされる。 $f_{bdown}$ はDOWN区間におけるダウンチャープのビート信号周波数であり、反射物体3までの距離Rに起因する周波数 $f_r$ および反射物体3の速度Vに起因する周波数 $f_v$ の和( $f_r + f_v$ )で表わされる。

【0021】次に、図2を参照しながら、図1に示した本実施の形態1に係る侵入者検知装置の動作について説明する。送受信部1A内のVCO102は、変調電圧発生器101から発生した三角波からなる変調電圧Vmにより、所定の繰り返し周期で周波数変調されたFM-CW波を出力する。

【0022】方向性結合器103は、VCO102から出力されたFM-CW波を、サーキュレータ104を介して、送信波W1として送受信アンテナ105から反射物体3に向けて放射すると共に、同じくサーキュレータ104を介してローカル信号WLとしてミキサ106に入力させる。

【0023】送信波W1は、前方の反射物体3で反射され、受信波W2として送受信アンテナ105で受信される。ミキサ106は、受信された受信波W2とサーキュレータ104を介して入力されるとローカル信号WLとをミキシングすることによりビート信号Bを生成する。

【0024】生成されたビート信号Bは、上述したように、UP区間405においては、反射物体3と送受信部1Aとの距離Rに起因する周波数 $f_r$ と反射物体3の速度(ドップラー周波数)に起因する周波数 $f_v$ との差であるアップチャープのビート信号周波数 $f_{bup}$ ( $=f_r - f_v$ )として得られる。また、DOWN区間406においては、ミキサ106から出力されるビート信号Bは、上記各周波数 $f_r$ と $f_v$ との和のダウンチャープの

$$f_{bup} = 4 \times \Delta f \times R / (T_m \times c) - 2 f_0 \times V / c \dots (1)$$

$$f_{bdown} = 4 \times \Delta f \times R / (T_m \times c) + 2 f_0 \times V / c \dots (2)$$

【0031】ただし、式(1)および(2)において、 $\Delta f$ 、RおよびVは前述と同様のものであり、 $T_m$ は変調周期、 $c$ は光速、 $f_0$ は送信波W1の中心周波数である。また、ビート信号周波数 $f_{bup}$ および $f_{bdown}$

$$R = (T_m \times (c/8) \times \Delta f) \times (f_{bup} + f_{bdown}) \dots (3)$$

$$V = ((c/4) \times f_0) \times (f_{bdown} - f_{bup}) \dots (4)$$

【0033】ただし、式(3)及び(4)において、 $\Delta f$ 、R、V、 $T_m$ 、 $c$ および $f_0$ は前述と同様のものである。こうして、図1の侵入者検知装置を部屋5内に設置することにより、侵入者検知装置から反射物体3までの距離Rおよび反射物体3の速度Vが計測される。

ビート信号周波数 $f_{bdown}$ ( $=f_r + f_v$ )として得られる。

【0025】ビート信号BのUP区間およびDOWN区間で得られるビート信号周波数 $f_{bup}$ および $f_{bdown}$ は、信号処理部2A内のA/D変換器201によりデジタルデータに変換され、FFT処理部202においてFFT処理が施され、図4、5に示される周波数スペクトルのデータ系列に変換される。

【0026】スペクトル比較部203では、周辺状況記憶部204に予め記憶された装置周辺の状況、例えば、壁、什器の影響を受けた周辺状況スペクトル情報と侵入監視時にFFT処理部202より出力される実スペクトル情報とを比較し、FFT処理によって計測された周波数スペクトルは、壁、什器等の固定物からの反射波(以下、背景反射波と記載する。)によるものであるか、或いは部屋5内の侵入者と思われる反射物体3からの反射波による周波数スペクトルが含まれているかを判定する。

【0027】人間検出判定部205は、スペクトル比較部203の出力より、周波数スペクトルに背景反射波による周波数スペクトル以外の周波数スペクトルが含まれると判定されたならば、FFT処理による周波数スペクトルより背景反射波による周波数スペクトルを排除し、反射物体3からの反射波による周波数スペクトルを検出して侵入者を検出する。

【0028】このように侵入者が検出されたならば、距離・速度演算部206では、周波数スペクトルのデータ系列に変換されたビート信号周波数 $f_{bup}$ および $f_{bdown}$ に基づき、本装置から反射物体3までの距離Rを演算するとともに、反射物体3の速度Vを演算する。

【0029】次に、反射物体3までの距離Rおよび反射物体3の速度Vの演算方法を図2を参照しながら説明する。UP区間405およびDOWN区間406のそれぞれで得られたビート信号周波数 $f_{bup}$ および $f_{bdown}$ は、以下の式(1)及び(2)のように表わすことができる。

【0030】

$n$ は既に求められているため、式(1)および(2)を展開して反射物体3の距離Rおよび速度Vを、以下の式(3)および(4)により求めることができる。

【0032】

【0034】次に図3、図4および図5を参照しながら、スペクトル比較部203と人間検出判定部205の実際の動作について説明する。図3において、部屋5は、天井501、壁502、床506、ゲート(出入口)504から構成される。本実施の形態1における侵

入者検知装置DTは部屋5内の天井501と壁502とのコーナーに設置され、FM-CW波に変調された電波が電波送信範囲505で送信される。

【0035】電波が送信されると、FFT処理部202の出力である周波数スペクトルとしては、図4に示すように背景反射波による周波数スペクトル601がFFT処理部202で計測される。

【0036】図4において、横軸は周波数軸、縦軸は振幅軸である。周波数スペクトル601のピーク周波数（侵入者検知装置DTから壁502までの距離に依存する）および振幅情報を周辺状況スペクトル情報として周辺状況記憶部204に予め記憶しておく。

【0037】次に部屋5内に人間507が入室した場合に計測される周波数スペクトルを図5に示す。図5において、縦軸および横軸に関しては図4と同様である。

【0038】図5に示すように室内の人間507からの反射波による周波数スペクトル602と、人間507によって送信電波505が遮られたためにレベルの低下した背景反射波による周波数スペクトル603とが計測される。

【0039】次に、スペクトル比較部203はFFT処理部202で得られた人間507が存在する場合の実周波数スペクトル情報と、周辺情報記憶部204に記憶している背景反射波による周辺状況スペクトル情報とをそれぞれ比較する。そのとき、実周波数スペクトル情報の中には周辺状況スペクトル情報と一致するものと、周辺情報記憶部204に記憶されていない周波数スペクトル602とが混在していることを判定したならば、人間検出判定部205は周波数スペクトル602を部屋5内に侵入した人間からの反射波による周波数スペクトルであると判定する。

【0040】このように、予め周辺状況スペクトル情報を周辺情報記憶部204に記憶させ、この周辺状況スペクトル情報とFFT処理結果による実周波数スペクトル情報とを比較し、その結果より、FFT処理結果による実周波数スペクトル情報から周辺状況スペクトル情報を除去することで部屋5内に侵入した人間507のみの周波数スペクトル602を検出することができる。また、距離・速度演算部206では上述した式(1)～(4)により侵入検知装置Dに対する侵入者の距離Rと侵入者の速度Vを演算することで、部屋5内の侵入者507がゲート504から進入したか、ゲートに向かって退出しようとしているかを判定することができる。

【0041】実施の形態2. 以下、この発明の実施の形態2を図について説明する。図6は本実施の形態2に係る侵入者検知装置の構成を示すブロックである。尚、図中、図1と同一符号は同一または相当部分を示す。図6において、2Bは本実施の形態2に係る信号処理部であり、この信号処理部2Bは上記実施の形態1に係る信号処理部2Aの構成に加えてスペクトル比較部203の比

較結果を監視し、比較結果より、前記周辺状況記憶部204に記憶した周辺状況スペクトル情報をリセットするためのリセット信号RSTを出力する一定時間検知比較部207、予め記憶しておいたサーキュレータ104の漏洩インダクタンスによる低い漏れ周波数（近距離の反射物体に相当する）の周波数および振幅情報（漏れ周波数情報）を、A/D変換器201から出力されるビート信号周波数のデジタル変換後の周波数および振幅情報から減算する漏れ込み除去部208を備えている。

【0042】次に、図6に示した本実施の形態2の動作を図7、図8および図9を参照しながら説明する。図7において、501、502、504、505および506は図3に示したものと同様であり、508は部屋5内に配置した机である。図8は横軸に周波数、縦軸に振幅を示した周波数スペクトルを表示するためのグラフである。図8において、605は机508からの反射波による周波数スペクトル、604は壁502等の背景反射波による周波数スペクトルである。

【0043】図9は机508が部屋5に存在しないときの周波数スペクトルを表示するためのグラフであり、図4、5、8と同様、横軸に周波数、縦軸に振幅を示す。図中、606は図7に示す部屋5内に机508が存在しないために電波の減衰が少なく、振幅レベルが若干増加した背景反射波による周波数スペクトルである。

【0044】机508が部屋5に存在しない場合は、図9に示すように背景反射波による周波数スペクトル606のみが存在することになる。しかし、侵入者監視時点で部屋5内に机508が運び込まれていたならば、背景反射波による周波数スペクトル604の周辺状況スペクトル情報と机508からの反射波による周波数スペクトル605のスペクトル情報が記憶される。

【0045】しかし、一定時間検知比較部207は、設定したある時間、例えば人間が室内で動かずに留まることが不可能な時間以上、周辺状況記憶部204に記憶されている机508の周波数スペクトル605のスペクトル情報が更新されなければ、周波数スペクトル605は侵入者を思わせる反射物体3でないと判定し、リセット信号RSTを周辺状況記憶部204に送り周波数スペクトル605および周波数スペクトル606のスペクトル情報を消し、机508を部屋の一部とした背景反射波による周波数スペクトル606の周辺状況スペクトル情報が記憶される。

【0046】このように、ある設定した一定時間、周波数スペクトル606に変化がない場合、周辺状況記憶部204の記憶データを初期化して現在の周辺状況スペクトル情報を設定し直す。従って、例えば、室内の備品の配置替えを行った場合でも、備品を侵入者として誤判定することはないため、備品の位置を考慮して侵入者検知装置DTのメンテナンス、例えば設置場所の変更を行う必要はなく、以前の室内環境に応じた周辺状況スペクトル



情報を設定することが可能となる。

【0047】また、一定時間検知比較部207を手動で操作して一時的に、検知を停止することにより、侵入者検知装置を初めて室内に設置した場合は、室内の壁のみを室内環境と考えた周辺状況スペクトル情報に依らず、固定物など配置された室内環境に合わせた周辺状況スペクトル情報を設定することも可能である。

【0048】次に、漏れ込み除去部208の動作を図10、図11および図12を参照しながら説明する。図10中、図3および図7と同一符号は同一または相当部分を示す。図10において、509は本実施の形態2による侵入者検知装置DTの近傍に存在する、例えば侵入者としての人間である。

【0049】図11において、607はサーキュレータ104の回路内部の漏れインダクタンスに起因による周波数スペクトル（以下、漏れスペクトルとする）、608は背景反射波による周波数スペクトルであり、点線で示した609は、本来、侵入者である人間509からの反射波による周波数スペクトルである。しかし、周波数スペクトル609は、周波数帯域および振幅レベルが上回る漏れスペクトル607に埋もれてしまい検出不可能な周波数スペクトルである。実際には周波数スペクトル609と漏れスペクトル607とは加算される。

【0050】このように、人間509の反射波による周波数スペクトル609が、漏れスペクトル607に埋もれてしまうような場合、侵入者検知装置DTの近傍に存在する人間509の検知は不可能である。そこで、侵入者検知装置DTに漏れスペクトル607が発生する場合は、予め漏れスペクトル607を認識するために、侵入者検知装置DTは室内に設置する前に反射物体が存在しない場所、例えば空中に向けて電波を送信し、その時受信された漏れインダクタンスに起因する低い周波数の反射波の周波数および振幅を測定してデジタル変換し、漏れ込み除去部208に漏れ周波数情報として記憶しておく。

【0051】その後、部屋5内に侵入者検知装置DTを設置して実際に侵入者検出を行った際に、漏れ込み除去部208では、漏れ周波数情報を、逐次A/D変換器201より出力されるビート信号の周波数情報及び振幅情報から減算する。この結果、FFT処理部202は、図12に示すような漏れ込みによる周波数スペクトル607の存在しない人間509からの反射波による周波数スペクトル609と背景反射波による周波数スペクトル610が得られる。従って、人間検出判定部205は、侵入者検知装置DTの近傍に存在する人間509を確実に検出することができる。

【0052】実施の形態3. 以下、この発明の実施の形態3を図について説明する。図13は本実施の形態3に係る侵入者検知装置の構成を示すブロック図である。尚、図中、図6と同一符号は同一または相当部分を示

す。図において、1Bは本実施の形態3における送受信部である。送受信部1Bにおける送受信アンテナは実施の形態1、2と異なり、図14に示すように部屋5内の侵入者検出可能範囲を水平方向に90度に亘ってカバーすることができるように複数個、例えば10個の送受信アンテナ105a～105jを備える。

【0053】また、本実施の形態3の送受信部1Bは、電波の送信範囲を各検出可能範囲に順次切り替えるため、送受信アンテナ105a～105jを順次切り替えるアンテナ切替器107を備える。更に、本実施の形態3の信号処理部2Cは、実施の形態2の信号処理部2Bと同様な構成であるが、人間検出判定部205で判定された部屋5内を移動する人間の位置を位置情報Dとして記憶する人間位置記憶部4を外部に付加する。

【0054】次に、図14を参照しながら、図13に示した構成を示した本実施の形態3に係る侵入者検知装置の動作について説明する。尚、周波数スペクトルに基づく侵入者検出原理は上記実施の形態2と同様である。

【0055】図14は部屋6の内部を上方から俯瞰した図である。図中、105aa～105jjは10個の送受信アンテナ105a～105jから送信された電波の送信範囲（以下、ビームとする）、701は部屋6に入退室するためのゲートである。この時、送受信アンテナ105a～105jは、アンテナ切替器107により順次切替えられ、各ビーム105aa～105jjは順次切り替わる。

【0056】今、図14に示すように部屋6の隅に侵入者検知装置DTを設置した場合、ゲート701から入室した人間Aは、ビーム105bb内で検知されその反射波を信号処理部2Cで処理して周波数スペクトルを測定し、測定結果に基づき人間Aの位置情報Dを演算して、例えば、人1-bbという情報で人間位置記憶部4に保存される。

【0057】次に、所定時間経過後に、人間Aが移動した場合、人間Aは切り替わったビーム105aaもしくは、ビーム105cc内にて検知される。例えば人間Aがビーム105ccに移動した場合、前記同様、人2-ccという情報で人間位置記憶部4に保存される。人間位置記憶部4では、人間位置情報である人2-ccが前回の情報人1-bbを検知したビーム105bbと隣接するビーム105aaもしくは105cc内で検知されたことから、同一人物が隣接ビーム間を移動したものととして、人1-bbの情報を削除する。これにより、同一の人間Aを他の人間と検出されることはない。

【0058】このように、複数の送受信アンテナ105a～105jをアンテナ切替器107により順次切り替えることで、部屋6内に存在する人間の方位方向の位置情報を広範囲に亘って取得することが可能である。

【0059】また、人間位置記憶部4を設けたことで、部屋6内に侵入した人間Aの方位方向の位置情報を取得

できると共に、距離・速度演算部 206 によって演算された距離 R を併用することで、侵入後の人間 A がどのような行動軌跡をとったかを認識して追尾することも可能である。

【0060】また、複数の人間が部屋 6 内に存在する場合でも、ビーム 105aa~105jj を切り替え、非連続な各ビーム内で人間を検出したならば各ビームにおいて隣接するビームで人間を検出するようにすることで、複数の人間を個別に識別、追尾することも可能である。

【0061】実施の形態 4. 以下、この発明の実施の形態 4 を図について説明する。上記実施の形態 3 では、部屋 6 内を 90 度の範囲に渡って電波を照射できるように 10 個の送受信アンテナ 105aa~105jj を配置し、各送受信アンテナ 105aa~105jj を切り替えたが、本実施の形態 4 は、送受信アンテナを 3 個配置し、これら送受信アンテナを順次切り替えると共に、切り替えた送受信アンテナのビーム内に人間を捕捉したならば、送受信アンテナを真中の送受信アンテナに切り替え、この送受信アンテナのビーム放射方位を調整して当該送受信アンテナのビーム内に人間を捕捉するようにする。

【0062】図 15 は本実施の形態 4 に係る侵入者検知装置の構成を示すブロック構成図である。尚、図中、図 6 と同一符号は同一または相当部分を示す。図 15 において、1C は本実施の形態における送受信部であり、この送受信部 1C は実施の形態 3 における送受信部 1B に配置した送受信アンテナと異なり、3 個の送受信アンテナ 108a~108c を備え、これら送受信アンテナ 106a~106c をアンテナ切替器 108 で順次切り替える。

【0063】7 は送受信アンテナ 106a~106c のビームの方向を調整するためのアンテナ駆動モータ、9 は人間追尾部であり、この人間追尾部 9 は本実施の形態 4 における信号処理部 2D に備えた人間検出判定部 205 からの位置情報 D により人間の位置を認識し、認識結果に応じた制御信号 CC をアンテナ駆動モータ 7 に送出してアンテナのビーム方向を調整し、検出した人間を真中の送受信アンテナ 106b のビーム内で捕捉する。

【0064】次に、本実施の形態 4 の動作を図 16 及び図 17 を参照して説明する。図 16 は部屋 8 内を上方から俯瞰した図である。図中、108aa~108cc は、3 個の送受信アンテナ 108a~108c から送信された電波の送信範囲（ビーム）、801 は部屋 8 に入退室するためのゲートである。この時、送受信アンテナ 108a~108c は、アンテナ切替器 108 により常時切替えられ、ビーム 108aa~108cc はゲート 801 に向けて順次切り替えられる。

【0065】今、図 16 に示すように部屋 8 の隅に侵入者検知装置 DT を設置し、ゲート 801 から入室した人

間 A がビーム 108cc の範囲で検知されたとする。この結果、信号処理部 2D は人間 A からの反射波より周波数スペクトルを演算し、この演算結果に基づいて検出した人間 A の位置情報 D を、人間検出判定部 205 で算出する。

【0066】この位置情報 D は例えば『人検出-bb』という情報で前記人間追尾部 9 に送られる。人間追尾部 9 は人間 A を図 17 に示すように、真中のビーム 108bb 内に収まるように、送受信アンテナを 108b に切り替えると共に、アンテナ制御信号 CC によりアンテナ駆動モータ 5 を駆動し、送受信アンテナ 108b のビーム 108bb を人間 A に向ける。

【0067】この様に、人間 A が常に 3 つのビーム 108aa~108cc の真中のビーム 108bb で検出できるように、切り替えた送受信アンテナ 108b のビーム 108bb の方向をアンテナ駆動モータ 7 で制御することで、部屋 8 内に存在する人間 A を検出して追尾することが、少ないアンテナにより可能となる。

【0068】なお、上記実施の形態 1~3 を組み合わせることにより、それぞれの作用効果が達成されることは言うまでもない。

【0069】

【発明の効果】請求項 1 の発明によれば、閉塞された侵入監視区域に設置されて電波を送信すると共に反射された電波を受信する送受信手段と、受信された電波をデジタル変換する A/D 変換器と、このデジタル変換された電波を FFT 処理して周波数スペクトルを演算する FFT 処理手段と、この演算された周波数スペクトルを記憶する周波数スペクトル記憶手段と、前記送受信手段の周辺状況に合わせて受信電波の周辺状況周波数スペクトルを予め演算して記憶する周辺状況周波数スペクトル記憶手段と、前記記憶された周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較により前記侵入監視区域への侵入者を検出する侵入検出手段とを備えたので、送受信手段の周辺状況に係らず侵入者のみを抽出して検知することができるという効果がある。

【0070】請求項 2 の発明によれば、前記周辺状況周波数スペクトル記憶手段は、一定時間以上、周波数スペクトルに変動が認められないときに記憶内容を初期化し、前記監視区域の壁による背景反射波の周波数スペクトルを記憶することで、侵入監視区域内における固定物の配置換えに影響されずに侵入者を検知できるという効果がある。

【0071】請求項 3 の発明によれば、前記送受信手段より電波を開放空間に向けて送信した場合に受信される前記送受信手段の回路内部漏れ込みによる漏れ込み波の周波数および振幅情報を予め求め、この周波数および振幅情報を、上記 A/D 変換器より出力される A/D 変換後の受信電波の周波数および振幅より除去する除去手段を備え、前記侵入検出手段は前記漏れ込み周波数スペクトル



ル除去後の周波数スペクトルと前記周辺状況周波数スペクトルとの比較より前記侵入監視区域への侵入者を検出することで、送受信手段近傍の侵入者を正確に検知することができるという効果がある。

【0072】請求項4の発明によれば、前記送受信手段は複数の送受信アンテナと、これら送受信アンテナを順次切り替えるアンテナ切替手段と、各アンテナで受信された電波の周波数スペクトルに基づいて移動体の方位方向の位置を演算する方位演算手段とを備えたので、広範囲に亘って侵入者を追尾することができるという効果がある。

【0073】請求項5の発明によれば、前記方位演算手段で演算した移動体の方位方向を時系列に記憶する方位方向記憶手段を備えたので、所定時間経過した後でも正確に侵入者の移動軌跡を把握することができるという効果がある。

【0074】請求項6の発明によれば、前記アンテナ切替手段で切り替えたアンテナのビーム照射方向を調整し、移動体を3つのアンテナによるビームの中心に捕捉するビーム照射方向調整手段と、前記ビーム照射方向の移動に伴って移動体の方位方向を検出して追尾する移動体追尾手段とを備えたので、少ない数のアンテナにより侵入者を広い範囲に亘って追尾できるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1によるFM-CW方式レーダにより得られるビート周波数の原理を示す説明図である。

【図3】この発明の実施の形態1による室内電波送信範囲を示す平面図である。

【図4】この発明の実施の形態1における人間が存在しない場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図5】この発明の実施の形態1における人間が存在する場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図6】この発明の実施の形態2を示すブロック構成図である。

【図7】この発明の実施の形態2による室内電波送信範囲を示す平面図である。

【図8】この発明の実施の形態2における机が存在する場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図9】この発明の実施の形態2における机が存在しない場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図10】この発明の実施の形態2による人間が装置近傍に存在する場合の室内電波送信範囲を示す平面図である。

【図11】この発明の実施の形態2における回路内部の漏れと壁等からの反射によるスペクトルが存在する場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図12】この発明の実施の形態2における回路内部の漏れを除去し、装置近傍に人間が存在する場合の計測スペクトルを示す平面図である。

【図13】この発明の実施の形態3を示すブロック構成図である。

【図14】この発明の実施の形態3による室内電波送信範囲を示す平面図である。

【図15】この発明の実施の形態4を示すブロック構成図である。

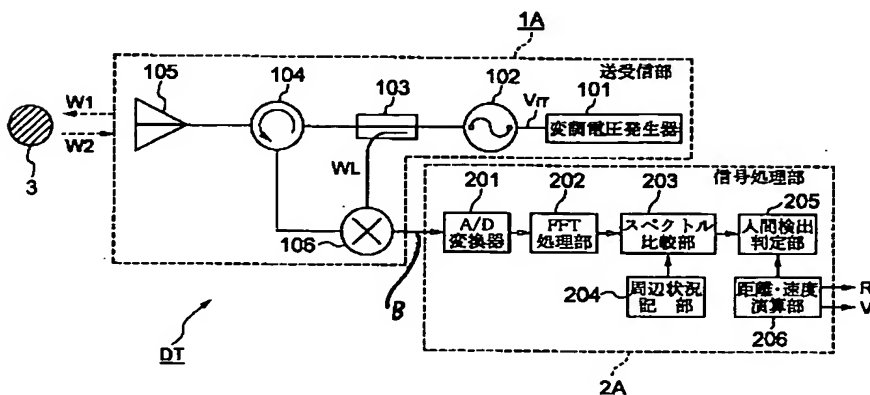
【図16】この発明の実施の形態4における電波送信範囲と人間の位置関係を示す平面図である。

【図17】この発明の実施の形態4における電波送信範囲を人間に追尾させて方位を変更させたことを示す平面図である。

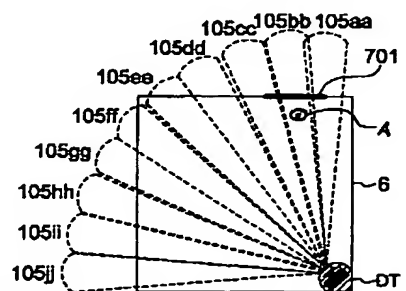
#### 【符号の説明】

1A～1C 送受信部、2A～2D 信号処理部、3 反射対象物、4 人間位置記憶部、5, 7, 8 部屋、7 アンテナ駆動モータ、9 人間追尾部、201 アンテナ切替器、201 A/D変換器、202 FFT変換部、203 スペクトル比較部、204 周辺状況記憶部、205 人間検出判定部、206 距離・速度演算部、207 一定時間検知比較部、208 漏れ込み除去部。

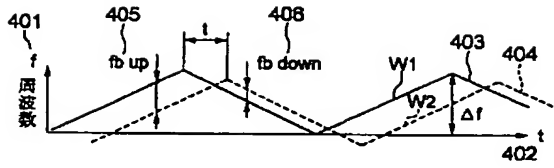
【図1】



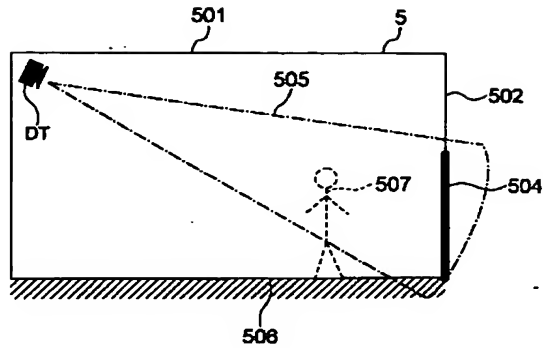
【図14】



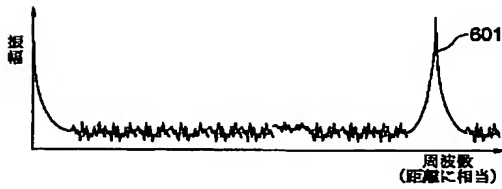
【図 2】



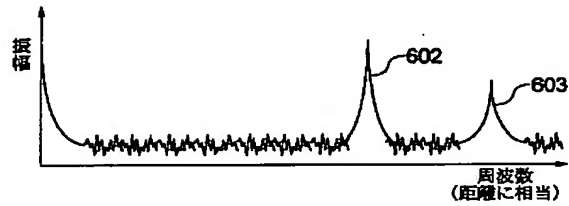
【図 3】



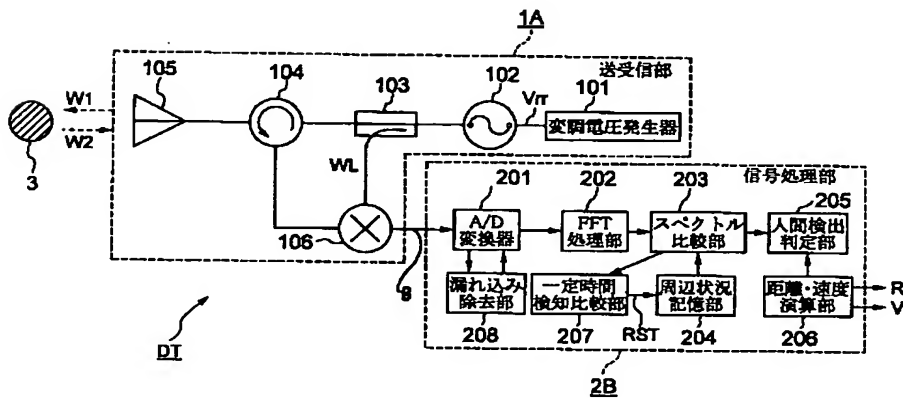
【図 4】



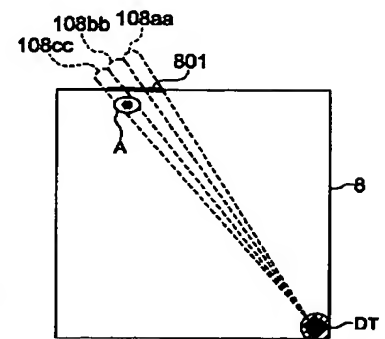
【図 5】



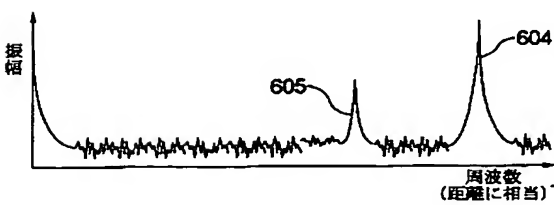
【図 6】



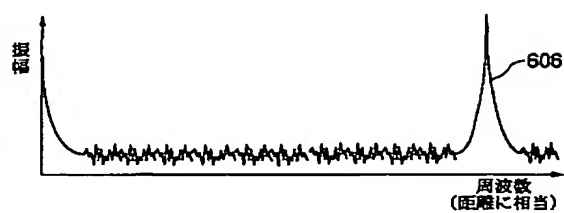
【図 16】



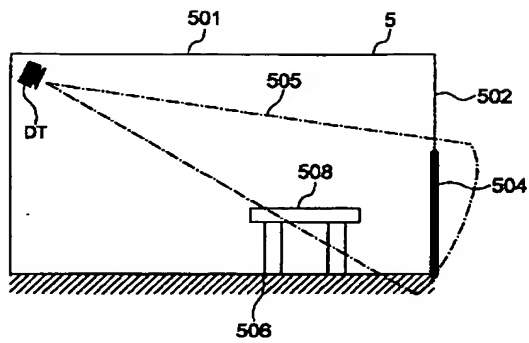
【図 8】



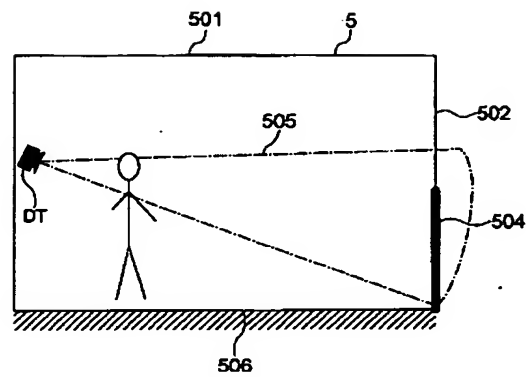
【図 9】



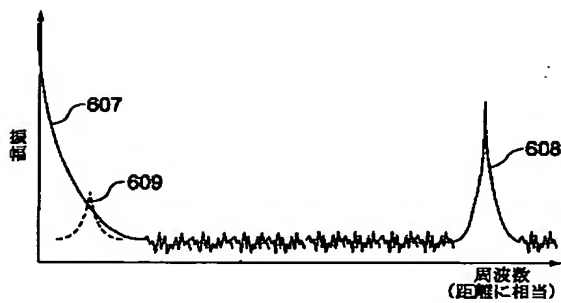
【図 7】



【図 10】



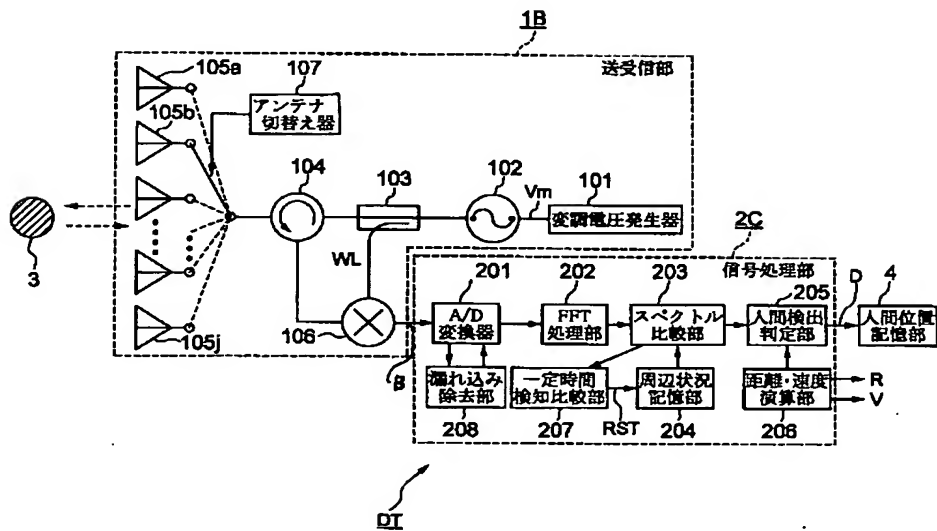
【図 11】



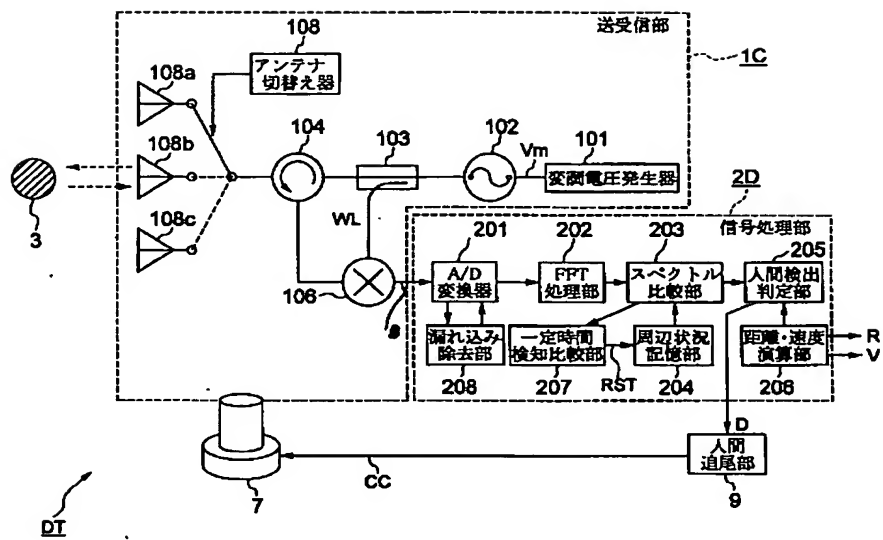
【図 12】



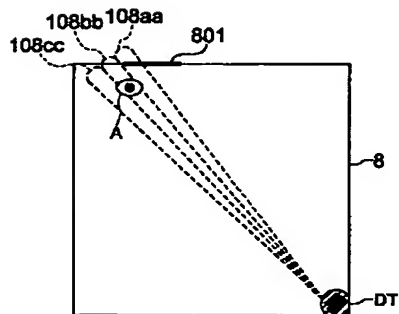
【図 13】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 田宮 則宏  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内  
 (72)発明者 猪又 憲治  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5C084 AA02 AA07 BB40 CC19 DD07  
 GG42 GG43 GG52 GG57 GG61  
 5J070 AB17 AC02 AC06 AC15 AD01  
 AD05 AE09 AH25 AH31 AH35  
 AK24 BA01